

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-183408

(P2000-183408A)

(43)公開日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 L 33/00

C 01 B 25/45

C 09 K 11/64

11/73

// C 01 F 17/00

識別記号

CPM

CPX

F I

H 01 L 33/00

テマコト[®](参考)

N 4 G 0 7 6

D 4 H 0 0 1

C 09 K 11/64

CPM 5 F 0 4 1

11/73

CPX

C 01 F 17/00

B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平10-357643

(22)出願日

平成10年12月16日(1998.12.16)

(71)出願人 000221339

東芝電子エンジニアリング株式会社

神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 須藤 伸行

神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1 東
芝電子エンジニアリング株式会社内

(74)代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

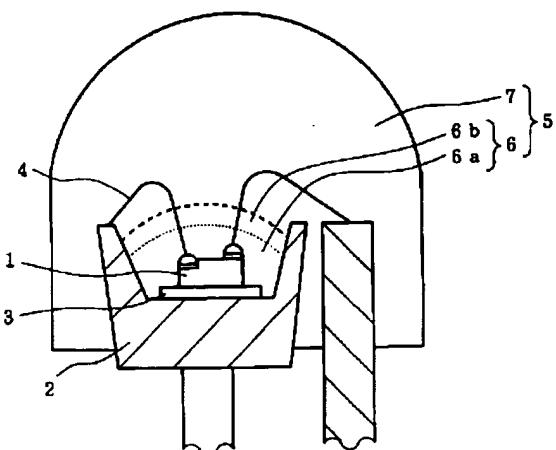
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体発光装置

(57)【要約】

【課題】 LEDランプなどの半導体発光装置において、簡単な構造で発光色度の安定した白色光を得ることを可能にする。

【解決手段】 紫外光を発光するLEDチップ1はリードフレーム2上に固定され、かつ紫外LEDチップ1とリードフレーム2とはボンディングワイヤ4により接続される。そして、紫外LEDチップ1の発光面上には、紫外光を吸収して青色光を発光する青色発光蛍光体を含む第1の蛍光体層6aが形成され、第1の蛍光体層6a上には青色光を吸収して黄橙色光を発光する黄橙色発光蛍光体を含む第2の蛍光体層6bが形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 紫外光を発光する発光チップと、前記発光チップの発光面上に形成され、前記紫外光を吸収して青色光を発光する青色発光蛍光体を含む第1の蛍光体層と、前記第1の蛍光体層上に形成され、前記青色光を吸収して黄橙色光を発光する黄橙色発光蛍光体を含む第2の蛍光体層とを具備することを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体発光装置において、

前記青色発光蛍光体は、

一般式： $(M_1, Eu)_{10}(PO_4)_6 \cdot Cl_2$
(式中、M₁はMg、Ca、SrおよびBaから選ばれる少なくとも1種の元素を示す)で実質的に表される2価のユーロピウム付活ハロ磷酸塩蛍光体、

一般式： $a(M_2, Eu)O \cdot bAl_2O_3$
(式中、M₂はMg、Ca、Sr、Ba、Zn、Li、RbおよびCsから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、aおよびbはa>0、b>0、0.2≤a/b≤1.5を満足する数である)で実質的に表される2価のユーロピウム付活アルミニン酸塩蛍光体、および

一般式： $a(M_2, Eu_v, Mn_w)O \cdot bAl_2O_3$
(式中、M₂はMg、Ca、Sr、Ba、Zn、Li、RbおよびCsから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、a、b、vおよびwはa>0、b>0、0.2≤a/b≤1.5、0.001≤w/v≤0.6を満足する数である)で実質的に表される2価のユーロピウムおよびマンガン付活アルミニン酸塩蛍光体から選ばれる少なくとも1種からなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項3】 請求項1記載の半導体発光装置において、

前記黄橙色発光蛍光体は、

一般式： $(Y_{1-x-y}Gd_xCe_y)_3Al_5O_{12}$
(式中、xおよびyは0.1≤x≤0.55、0.01≤y≤0.4を満足する数である)で表される3価のセリウム付活アルミニン酸塩蛍光体からなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の半導体発光装置において、

前記発光チップは2層以上の積層構造を有する樹脂層により覆われており、かつ前記青色発光蛍光体および黄橙色発光蛍光体は前記積層構造を有する樹脂層中に個別に含有されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の半導体発光装置において、

前記第1および第2の蛍光体層は、前記発光チップの発光面上に蛍光体の塗布層として順に形成されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の半導体発光装置において、

前記第1および第2の蛍光体層は、前記第1の蛍光体層が前記紫外光を吸収して発光する青色光と、前記第2の蛍光体層が前記青色光を吸収して発光する黄橙色光によって、所望の白色系の光が得られるように構成されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項記載の半導体発光装置において、

前記発光チップはリードフレーム上に固定され、かつ前記発光チップとリードフレームとはボンディングワイヤにより接続されていることを特徴とする半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、白色系の発光の安定性を高めた半導体発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオード (Light Emitting Diode: LED) を用いたLEDランプなどの半導体発光装置においては、LEDチップの表面に蛍光体を塗布したり、あるいはLEDランプを構成する樹脂中に蛍光体粉末を含有させることによって、LEDチップ本来の発光色以外の発光色、例えば白色光を得ることが実用化されている。

【0003】このような白色光を発する半導体発光装置では、中心波長が約450nm付近の青色を発光するGaN系LEDチップを用いるのが一般的である。すなわち、青色発光のGaN系LEDチップの表面に、黄橙色発光の3価のセリウム付活アルミニン酸イットリウム (YAG) 蛍光体を含む層を形成し、LEDチップからの青色発光を3価のセリウム付活アルミニン酸イットリウム (YAG) 蛍光体で変換して、白色光を得るようにしている。

【0004】この種の半導体発光装置の製造方法について簡単に説明する。まず、リードフレーム上に青色発光のGaN系LEDチップをマウントした後、リードフレームとLEDチップとをボンディングワイヤで接続する。次に、LEDチップとボンディングワイヤの周囲を、黄橙色発光の3価のセリウム付活アルミニン酸イットリウム (YAG) 蛍光体を混合したプレディップ材で覆って熱処理し、プレディップ材を硬化させる。このプレディップ材は黄橙色発光の蛍光体層として機能する。プレディップ材の外側はレンズを兼ねたキャスティング材で覆う。プレディップ材とキャスティング材はいずれも熱硬化性の樹脂からなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近では色彩感覚が豊かになり、各種の半導体発光装置にも微妙な色合い(色再現性)および発光色の安定性が要求されてきている。しかしながら、上述したような従来の半導体発光装置においては、発光チップのピーク波長の変動幅

が±10nm程度あるため、このピーク波長が変動する青色発光を黄橙色発光の蛍光体で変換して得られる白色光は発光色度が不安定になるという問題を有している。

【0006】このように、従来の青色発光のLEDチップと黄橙色発光の蛍光体とを組合せた白色発光の半導体発光装置では、安定した発光色度が得られていないのが現状である。そこで、発光色度の安定した白色光を簡単な構造で得られるようにした半導体発光装置が求められている。

【0007】本発明はこのような課題に対処するためになされたものであり、蛍光体の場合には通常ピーク波長の変動幅を±2nm程度に制御できることを利用することによって、簡単な構造で発光色度の安定した白色系の発光を得ることを可能にした半導体発光装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体発光装置は、請求項1に記載したように、紫外光を発光する発光チップと、前記発光チップの発光面上に形成され、前記紫外光を吸収して青色光を発光する青色発光蛍光体を含む第1の蛍光体層と、前記第1の蛍光体層上に形成され、前記青色光を吸収して黄橙色光を発光する黄橙色発光蛍光体を含む第2の蛍光体層とを具備することを特徴としている。

【0009】本発明の半導体発光装置において、第1および第2の蛍光体層の具体的な構成としては、例えば請求項4に記載したように、発光チップを2層以上の積層構造を有する樹脂層で覆い、青色発光蛍光体と黄橙色発光蛍光体を積層構造を有する樹脂層中に個別に含有させた構成が挙げられる。あるいは、請求項5に記載したように、発光チップの発光面上に蛍光体の塗布層として、第1および第2の蛍光体層を順に形成した構成が挙げられる。

【0010】このような本発明の半導体発光装置において、第1および第2の蛍光体層は例えば請求項6に記載したように、第1の蛍光体層が紫外光を吸収して発光する青色光と、第2の蛍光体層が青色光を吸収して発光する黄橙色光とによって、所望の白色系の光が得られるように構成されるものである。

【0011】本発明の半導体発光装置においては、紫外光を発する発光チップを用い、この発光チップからの紫外光を第1の蛍光体層で青色発光に変換している。ここで、発光チップのピーク波長は前述したように±10nm程度の幅で変動するおそれがあるものの、青色発光蛍光体を含む第1の蛍光体層はこのようにピーク波長が変動する紫外光を効率よく吸収し、かつ第1の蛍光体層が紫外光を吸収して発光する青色光のピーク波長は±2nm程度に変動幅を制御することができる。そして、このような青色光と第2の蛍光体層が青色光を吸収して発光する黄橙色光とで白色光を発光させることによって、高効率で

かつ発光色度の非常に安定した白色光を得ることが可能となる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の半導体発光装置を実施するための形態について説明する。

【0013】図1は本発明の半導体発光装置の第1の実施形態としてのLEDランプの概略構造を示す断面図である。同図において、1は例えばInGaN活性層を有する中心波長が370nm付近の紫外LEDチップであり、この紫外LEDチップ1はリードフレーム2上に接着剤層3を介して固定されている。紫外LEDチップ1とリードフレーム2はボンディングワイヤ4により電気的に接続されている。

【0014】上述した紫外LEDチップ1は、ボンディングワイヤ4などと共に樹脂層5により覆われている。ここで、樹脂層5は紫外LEDチップ1の周囲を覆うプレディップ材6と、このプレディップ材6の周囲を覆うキャスティング材7とを有している。プレディップ材6は、例えば無機の溶剤を用いて形成される。プレディップ材6とキャスティング材7は共に透明な樹脂などで形成される。

【0015】図1に示すLEDランプにおいて、プレディップ材6は2層積層構造を有しており、紫外LEDチップ1の周囲を覆う第1の層6aは青色発光蛍光体を含有している。さらに、第1の層6a上に形成された第2の層6bは黄橙色発光蛍光体を含有している。すなわち、2層構造を有するプレディップ材6のうち、紫外LEDチップ1の発光面を覆う第1の層6aは青色発光蛍光体を含む第1の蛍光体層として機能し、この第1の層(第1の蛍光体層)6a上に形成された第2の層6bは黄橙色発光蛍光体を含む第2の蛍光体層として機能する。

【0016】第1の蛍光体層6aは、紫外光を吸収して青色光を発光する青色発光蛍光体を含有していればよいが、特に

一般式: $(M_1, Eu)_{10} (PO_4)_6 \cdot Cl_2$
(式中、M1はMg、Ca、SrおよびBaから選ばれる少なくとも1種の元素を示す)で実質的に表される2価のユーロピウム付活ハロ磷酸塩蛍光体、

一般式: $a (M_2, Eu) O \cdot b Al_2 O_3$
(式中、M2はMg、Ca、Sr、Ba、Zn、Li、RbおよびCsから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、aおよびbは $a > 0$ 、 $b > 0$ 、 $0.2 \leq a/b \leq 1.5$ を満足する数である)で実質的に表される2価のユーロピウム付活アルミン酸塩蛍光体、

一般式: $a (M_2, Eu, Mn_w) O \cdot b Al_2 O_3$
(式中、M2はMg、Ca、Sr、Ba、Zn、Li、RbおよびCsから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、a、b、vおよびwは $a > 0$ 、 $b > 0$ 、 $0.2 \leq a/b \leq 1.5$ 、 $0.001 \leq w/v \leq 0.6$ を満足する数である)

で実質的に表される2価のユーロピウムおよびマンガン付活アルミニン酸塩蛍光体などを含有させることができ。これらの青色発光蛍光体は紫外光の吸収効率に優れ、青色光が効率よく発光される。

【0017】また、第2の蛍光体層6bは青色光を吸収して黄橙色光を発光する黄橙色発光蛍光体を含有していればよいが、特に

一般式： $(Y_{1-x-y} Gd_x Ce_y)_3 Al_5 O_{12}$
(式中、xおよびyは $0.1 \leq x \leq 0.55$ 、 $0.01 \leq y \leq 0.4$ を満足する数である)で表される3価のセリウム付活アルミニン酸塩蛍光体を含有させることができ。この黄橙色発光蛍光体は青色光の吸収効率に優れ、黄橙色光が効率よく発光される。

【0018】上述したように、図1に示したLEDランプにおいては、樹脂層5の一部であるプレディップ材6を2層構造とし、これらプレディップ材6の各層中に青色発光蛍光体と黄橙色発光蛍光体を個別に含有させることによって、第1の蛍光体層6aと第2の蛍光体層6bとを形成している。青色発光蛍光体を含む第1の蛍光体層6aは、上述したように紫外LEDチップ1の発光面上に形成されており、黄橙色発光蛍光体を含む第2の蛍光体層6bは第1の蛍光体層6a上に形成されている。

【0019】第1の蛍光体層6aおよび第2の蛍光体層6bとして機能するプレディップ材6の各層は、例えば紫外LEDチップ1をリードフレーム2上に固定した後、青色発光蛍光体を含有するプレディップ材用の熱硬化性樹脂と黄橙色発光蛍光体を含有するプレディップ材用の熱硬化性樹脂を順に塗布し、熱処理を施して蛍光体を含有する熱硬化性樹脂を硬化させることによって形成される。このようなプレディップ材6の周囲をキャスティング材7で覆った後、熱処理を行ってキャスティング材7を硬化させることにより、図1に示したLEDランプが得られる。

【0020】プレディップ材6の形成工程は、紫外LEDチップ1の製造工程としてのウエハ工程で予め形成しておくこともできる。この場合には、半導体ウエハに多数の紫外LEDチップを作り込んだ後、まずこれら紫外LEDチップの発光面を覆うように、第1の蛍光体層6aとして機能するプレディップ材層を形成し、次いでその上に第2の蛍光体層6bとして機能するプレディップ材層を形成する。この後、半導体ウエハを各紫外LEDチップに分割し、この第1および第2の蛍光体層6a、6bを有する紫外LEDチップ1をリードフレーム2上に固定する。そして、プレディップ材6が予め形成された紫外LEDチップ1の周囲をキャスティング材7で覆った後、熱処理を行ってキャスティング材7を硬化させることによって、図1に示したLEDランプが得られる。

【0021】上述したLEDランプにおいて、紫外LEDチップ1から発光された紫外光は青色発光蛍光体を含

む第1の蛍光体層6aに吸収され、第1の蛍光体層6aから青色光が発光される。ここで、紫外LEDチップ1から発光される紫外光のピーク波長は例えば $\pm 10\text{nm}$ 程度の幅で変動するおそれがあるが、第1の蛍光体層6aはこのようにピーク波長が変動する紫外光を効率よく吸収し、高効率で青色光が発光される。

【0022】さらに、第1の蛍光体層6aが紫外光を吸収して発光する青色光のピーク波長は $\pm 2\text{nm}$ 程度に変動幅を制御することができる。従って、第1の蛍光体層6aから発光される青色光と、この青色光を第2の蛍光体層6bが吸収して発光される黄橙色光とにより得られる白色光の発光色度を大幅に安定させることができると共に、高効率で白色光を得ることが可能となる。

【0023】この実施形態のLEDランプの発光色は、第1および第2の蛍光体層6a、6b中の各蛍光体量や第1および第2の蛍光体層6a、6bの厚さなどを調節することによって、所望の白色系の光とすることができます。この際、純粹な白色光に限らず、LEDランプの用途によっては青色がかった白色光や黄橙色がかった白色光などを得ることも可能である。このように、第1および第2の蛍光体層6a、6bは、第1の蛍光体層6aが紫外光を吸収して発光する青色光と、第2の蛍光体層6bが青色光を吸収して発光する黄橙色光とによって、所望の白色系の光が得られるように各種条件が設定されている。

【0024】図2は本発明の半導体発光装置の第2の実施形態としてのLEDランプの概略構造を示す断面図である。図2に示すLEDランプにおいて、紫外LEDチップ1はそれから放射された紫外光の波長を変換する波長変換層12を有している。この波長変換層12は、図3に拡大して示すように、紫外LEDチップ1側に紫外光成分を吸収して青色光を発光する青色発光蛍光体層(第1の蛍光体層)13が形成され、その上面に青色光成分を吸収して黄橙色光を発光する黄橙色発光蛍光体層(第2の蛍光体層)14が形成されている。

【0025】これら第1の蛍光体層としての青色発光蛍光体層13と第2の蛍光体層としての黄橙色発光蛍光体層14は、例えば半導体ウエハに多数の紫外LEDチップを作り込んだ後、まずこれら紫外LEDチップの発光面を覆うように、青色光発光蛍光体層13および黄橙色発光蛍光体層14を蛍光体の塗布層として順に形成する。これら蛍光体層13、14は各種成膜法を利用して形成することができ、例えばスピンドル法のような成膜法が利用される。

【0026】この後、半導体ウエハを各紫外LEDチップに分割し、この青色光発光蛍光体層13および黄橙色発光蛍光体層14が予め形成された紫外LEDチップ1をリードフレーム2上に固定し、紫外LEDチップ1の周囲をキャスティング材7で覆った後、熱処理を行ってキャスティング材7(熱硬化樹脂層5)を硬化させ

ることによって、図2に示したLEDランプが得られる。

【0027】第2の実施形態のLEDランプにおいても、第1の実施形態と同様に、紫外LEDチップ11から発光された紫外光は青色発光蛍光体層13に吸収され、第1の蛍光体層13から青色光が発光される。紫外LEDチップ11から発光される紫外光のピーク波長は例え±10nm程度の幅で変動するおそれがあるが、青色発光蛍光体層13はこのようにピーク波長が変動する紫外光を効率よく吸収し、高効率で青色光が発光される。

【0028】さらに、青色発光蛍光体層13が紫外光を吸収して発光する青色光のピーク波長は±2nm程度に変動幅を制御することができる。従って、青色発光蛍光体層13から発光される青色光と、この青色光を黄橙色発光蛍光体層14が吸収して発光される黄橙色光とにより得られる白色光の発光色度を大幅に安定させることができると共に、高効率で白色光を得ることが可能となる。この第2の実施形態のLEDランプの発光色は、第1の実施形態と同様にして、所望の白色系の光とすることが

できる。

【0029】

【実施例】次に、本発明の半導体発光装置の具体的な実施例およびその評価結果について述べる。

【0030】実施例1

図1に示したLEDランプを表1に示す青色発光蛍光体および黄橙色発光蛍光体を用いて作製した。LEDランプは10個作製し、これら10個のLEDランプの発光色度を測定した。その結果として発光色度の平均値と発光色度の変動幅を表1に示す。

【0031】また、本発明との比較例1として、中心波長が約450nm付近の青色光を発光するGaN系LEDチップを用いると共に、黄橙色発光蛍光体を含む蛍光体層のみを形成したLEDランプを作製した。LEDランプは10個作製し、これら10個のLEDランプの発光色度を測定した。その結果として発光色度の平均値と発光色度の変動幅を表1に併せて示す。

【0032】

【表1】

	LEDチップ	青色蛍光体	黄橙色蛍光体	発光色度 (n=10)			
				平均値		変動幅	
				x	y	x	y
実施例1	紫外発光 (Sr0.73Ba0.22Ca0.05)10 (P04)6·Cl2:Eu	(Y0.45Gd0.40)3 Al5O12:Ce0.15	0.300 0.278 ±0.004 ±0.004				
比較例1	青色発光	—	同上	0.301 0.280 ±0.015 ±0.015			

表1から明らかなように、実施例1による白色発光のLEDランプは、従来の白色発光のLEDランプ(比較例1)に比べて、色度の安定した白色光が得られていることが分かる。

【0033】実施例2、3

図1に示したLEDランプを、表2(実施例2)および表3(実施例3)に示す青色発光蛍光体および黄橙色発光蛍光体を用いて作製した。LEDランプはそれぞれ10個作製し、これら10個のLEDランプの発光色度を測定した。その結果として発光色度の平均値と発光色度の変

動幅を表2および表3に示す。

【0034】また、本発明との比較例2、3として、中心波長が約450nm付近の青色光を発光するGaN系LEDチップを用いると共に、黄橙色発光蛍光体を含む蛍光体層のみを形成したLEDランプをそれぞれ作製した。LEDランプはそれぞれ10個作製し、これら10個のLEDランプの発光色度を測定した。その結果として発光色度の平均値と発光色度の変動幅を表2および表3に併せて示す

【表2】

	LEDチップ	青色蛍光体	黄橙色蛍光体	発光色度 (n=10)			
				平均値		変動幅	
				x	y	x	y
実施例2	紫外発光 (Ba0.80Eu0.20Mg1.00)O· 5Al2O3	(Y0.60Gd0.20)3 Al5O12:Ce0.20	0.370 0.452 ±0.004 ±0.004				
比較例2	青色発光	—	同上	0.368 0.455 ±0.015 ±0.015			

【表3】

	LEDチップ	青色蛍光体	黄橙色蛍光体	発光色度 (n=10)			
				平均値		変動幅	
				x	y	x	y
実施例 3	紫外発光	(Ba0.85Eu0.15Mg0.99 Mn0.01)0.5Al2O3	(Y0.50Gd0.35)3 Al15O12:Ce0.15	0.272	0.325	±0.004	±0.004
比較例 3	青色発光	-	同上	0.270	0.323	±0.015	±0.015

表2および表3から明らかなように、実施例2、3による白色発光のLEDランプは、それぞれ従来の白色発光のLEDランプ（比較例2、3）に比べて、色度の安定した白色光が得られていることが分かる。

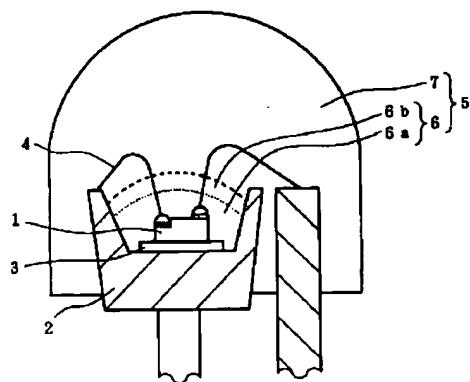
【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体発光装置によれば、発光色度が安定した所望の白色系の光を簡単な構造で高効率に得ることが可能となる。このような本発明の半導体発光装置によれば、白色発光の半導体発光装置の応用分野を大幅に広げることができ、半導体発光装置の実用性の向上に大きく寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の半導体発光装置の第1の実施形態としてのLEDランプの概略構造を示す断面図である。

【図1】



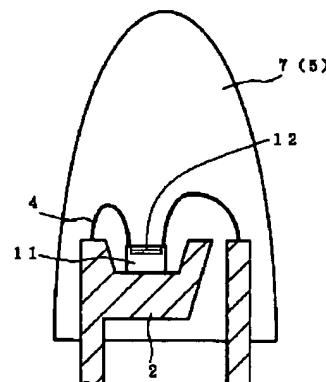
【図2】 本発明の半導体発光装置の第2の実施形態としてのLEDランプの概略構造を示す断面図である。

【図3】 図2に示すLEDランプで用いた紫外LEDチップの要部構造を模式的に示す図である。

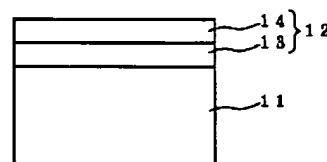
【符号の説明】

- 1 ……紫外LEDチップ
- 2 ……リードフレーム
- 4 ……ボンディングワイヤ
- 5 ……樹脂層
- 6 ……プレディップ材
- 6 a, 13 ……第1の蛍光体層
- 6 b, 14 ……第2の蛍光体層
- 7 ……キャスティング材
- 12 ……波長変換層

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 寺島 賢二
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(72)発明者 古川 千里
神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1 東
芝電子エンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 4G076 AA02 AA06 AA18 CA10 DA30
4H001 XA03 XA08 XA12 XA13 XA15
XA17 XA20 XA30 XA37 XA38
XA39 XA55 XA56 XA64 YA25
YA58 YA63
5F041 AA11 CA34 CA40 DA18 DA43
EE25